Aus der
Konservierenden Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Würzburg
Direktor: Prof. Dr. Reinmöller Vorstand: Prof. Dr. Dr. Münch

Über Anzahl und Lage der in die Pulpa eintretenden Blutgefäße und Nerven

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
einer hohen Medizinischen Fakultät
der Bayer. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von Joseph Beimler, Zahnarzt, aus Weiden

Würzburg 1937

Stieber-Druck, Landa

Gedruckt mit Genehmigung der
Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent:
Professor Dr. med. et Dr. med. dent. J. Münch.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549802_0202

Literatur-Angabe.

Boedecker: Die Pulpa des Zahnes. In der mikroskopischen Morphologie des Tierkörpers von C. Heitzmann. 1883.

— Die Anatomie und Pathologie der Zähne. 1896 und 1899.

Calderon: Contribution al conociemiento de la innervacion de los dientes, Nervios de la pulp dentaria y sus terminationes. Odontologia 39. 1930. Ref. D. M. f. Z. 1931 und Z. R. 1932.

Dependorf: Beiträge zur Kenntnis der Innervierung der menschlichen Zahnpulpa und des Dentins. D. M. f. Z. 1913.

Ebner, v.: Histologie. Misch Fortschritte 9. Bd., 1. Teil.

Fauchard: Traktat von den Zähnen. 1733 aus dem Französischen übersetzt.

Feiler: D. M. f. Z. 1915.

— D. M. f. Z. 1912.

Fischer—Landois: Zur Histologie der gesunden und kranken Zahnpulpa mit besonderer Berücksichtigung ihrer harten Neugebilde. Deutsche Zahnheilk. in Vorträgen 1908, H. 7—9, 21. Jg.

Hoehl: Beiträge zur Histologie der Pulpa. Arch. f. Anatomie und Physiologie. 1896.

Hoffmann: De Dentibus eorum morbis et cura. 1738 aus dem Lateinischen übersetzt.

Huber: The innervation of tooth pulp. Dental Cosmos 1898.

Koelliker: Gewebelehre. 1867.

Landsberger: Kreislauf und Kreislaufstörungen im Kiefer und Zahngewebe. D. M. f. Z. 1913 und 1914.

Lepkowski: Die Verteilung der Gefäße in den Zähnen des Menschen. Anat. Hefte, Bd. 8, 1897 und Bd. 17, 1901.

Meyer: Histologie im Port—Euler. 1923 und 1929.

— Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen. 1932.

Morgenstern: Beitrag zur Kenntnis der Nerven in den Zähnen. D. M. f. Z. September 1896. Arch. f. Anatomie und Physiologie 1896.

Münch: Untersuchungen über die Innervierung der menschlichen Zahnpulpa. Vjschr. f. Z. 1927.

— Sinnesphysiologie und histologische Untersuchungsresultate zur Frage der Innervierung menschlicher Zähne. Deutsche Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. 1934, H. 1.

Obligio: Contribution al estudio de la innervetion pulpar de la zona odontoplastica en particular. Odontologia 1930, Nr. 4, Ref. D. M. f. Z. 1930 u. Z. f. Stom. 1931.

Retzius: Bemerkungen über den inneren Bau der Zähne, mit besonderer Rücksicht auf den im Zahnknochen vorkommenden Röhrenbau. Arch. f. Anat. Phys. und Wiss. Med. 1837.

Sarrasan: de, Vaisseaux sanguins des racines Dentaires, 1880.

Schweitzer: Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen und bei den Säugetieren. Arch. f. mikrosk. Anatomie. 1907 und 1909.

— Ueber die Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne beim Menschen. Diss. Rostock 1909/10.

Sicher—Peter: Kritische Bemerkungen zu der Arbeit Landsberges: Kreislauf und Kreislaufstörungen im Kiefer und Zahngewebe. D. M. f. Z. 1914.

Tomes: Manual of dental Anatomy human and comparative. 1879.

Walkhoff: Die Nervenfrage im Zahnbein. Deutsche Zahnheilkunde 1923, H. 60.

— Die normale Histologie menschlicher Zähne. 1901.

Weil: Zur Histologie der Zahnpulpa. D. M. f. Z. 1887/8/9.

Vorliegende Arbeit, deren Ergebnisse ich auf Grund eingehender histologischer Untersuchungen gewonnen habe, soll weiterhin zur Klärung der Frage der Blutgefäßversorgung und der Innervierung der Pulpa beitragen. Ich habe mich dabei nicht auf eine Zahngattung festgelegt, sondern sämtliche Zähne des menschlichen Gebisses untersucht. In den älteren Arbeiten und Lehrbüchern, vor allem vor 1900, wurde das Thema des öfteren beschrieben, die Angaben jedoch sind nur spärliche. Erst in den letzten drei Jahrzehnten, als man sich näher mit der Anatomie der Zähne befaßte, und den damit verbundenen Ausbau der modernen Therapie der Pulpakrankheiten förderte, gelang es, die ersten positiven Ergebnisse bekanntzugeben. Eine weitere schwierige Frage war die einer allgemeinen Färbemethode. Bisher hatte man für die Untersuchung der Pulpa keine allgemein gültige, woraus sich auch die vielen abweichenden Darstellungen und Irrtümer mancher Autoren erklären.

Bevor ich auf meine eigenen Untersuchungen näher eingehe, möchte ich einen kurzen, geschichtlichen Ueberblick über die bis heute auf diesem Gebiete veröffentlichten Arbeiten geben. Genaue Angaben, speziell über Anzahl und Lage der am Wurzelloch eintretenden Blutgefäße und Nerven, können wir in der Literatur vor dem Jahre 1900 wenige finden.

In seinem 1733 erschienenen Tractat von den Zähnen gab Fauchard die erste Beschreibung der Wurzel eines Zahnes und der darin verlaufenden Blutgefäße und Nerven:

„Jegliche Wurzel eines Zahnes hat in ihrer ganzen Länge eine Hohligkeit, sie ist ansehnlich bei Jungen und wird je nach dem Alter enger. Sie ist mit einer Haut ausgekleidet, welche dient, die kleinen Blutgefäße und Nerven, so sich in das Inwendige des Zahnes verteilen, zu tragen."

Aehnlich, wenn auch etwas ausführlicher, ist die Beschreibung Hoffmanns. Es folgen in der Literatur zahlreiche jedoch wenig aufschlußreiche und vor allem nichts Neues enthaltende Arbeiten.

Der Erste, der wirklich einwandfreie histologische Untersuchungen der Pulpa vornahm, war Koelliker. Seine Befunde gibt er mit folgenden Worten wieder:

„Die Gefäße der Pulpa sind ungemein zahlreich, daher die rötliche Farbe derselben. In jede Pulpa eines einfachen Zahnes treten 3—10 kleine Arterien, die schließlich sowohl im Innern als an der Oberfläche der Pulpa ein mehr lockeres Netz von 0,004 bis

0,006" weiten Kapillaren erzeugen, das an der Oberfläche auch hier und da deutliche Schlingen zeigt, aus dem dann die Venen hervorgehen. Von Lymphgefäßen scheinen die Zähne nichts zu besitzen, dagegen sind die Nerven äußerst entwickelt. In jede Wurzel dringt, von den bekannten Nervi dentales abstammend, ein größerer 0,03 bis 0,04" haltender Stamm und außerdem noch bis an 5, selbst noch mehr, feine Reiserchen von 0,01 bis 0,02", die mit Röhren von 0,0016 bis 0,003" zuerst ohne namhaftere Verbindungen, und einzelne Fädchen abgebend, emporsteigen, dann aber in dem dickeren Teile der Pulpa ein immer reichlicheres Geflecht mit langgezogenen Maschen und Nervenröhren-Teilungen bilden, und sich so allmählich bis in die feinsten Primitivfasern von 0,001 bis 0,0016" auflösen."

Koelliker blieb es also vorbehalten, uns durch seine Untersuchungen als Erster einen Weg gewiesen zu haben, der genauere Angaben über die Anzahl und Lage der in die Pulpa einführenden Blutgefäße und Nerven möglich machte.

Nach den Untersuchungen Koellikers trat in der Literatur ein Umschwung ein und zwar insoferne, als diejenigen Autoren, welche keine selbständigen Forschungen aufzuweisen hatten, wenigstens aus den Schriften anderer Gutes schöpften.

Im Jahre 1877 schreibt Tomes über die Zahnpulpa folgendes:

„Die Pulpa besteht aus einer schleimig-gelatinösen Matrix, zahlreichen Nerven- und Gefäßverzweigungen. Die Gefäße sind sehr zahlreich, 3 oder mehrere Arterien gehen durch die Wurzelöffnung, teilen sich dann in Zweige, die zuerst parallel mit der Längsachse der Pulpa verlaufen und schließlich einen Kapillarplexus dicht unterhalb der Membrana eboris bilden. Von Lymphgefäßen in der Pulpa ist nichts bekannt. Die Nerven gehen gewöhnlich mit einem dickeren und 3 oder 4 feineren Zweigen hinein. Sie verlaufen zuerst parallel und geben einige Zweige ab, die nur in geringem Grade anastomisieren, und bilden dann im dickeren Teile der Pulpa, dicht unter der Membrana eboris einen starken Plexus."

Nach den Beobachtungen de Sarrasans stammen beim Menschen wie bei Tieren die Gefäße der Zahnpulpa weniger von den gewöhnlich angenommenen Bahnen, als von Gefäßen her, welche vom Periost der Alveole aus seitlich in die Zahnwurzel eintreten. Sie gehören ausschließlich der freien Außen- und Innenseite an, und durchsetzen in der Regel jederseits zu 8—10 in einer Strecke von 2—3 Millimeter die Wurzelspitze, sowohl im Zement wie im Zahnbein.

Weil konnte 1887 an histologisch untersuchten Zähnen in sämtlichen Fällen feststellen, daß die Gefäße sich in ihrer Ausbreitung durchaus auf die Pulpa im engeren Sinne beschränken. Die stärkeren Arterien und Venen halten sich mehr zentral, entsprechend ihrem Verlauf und ihren Verzweigungen, welche von der Wurzelspitze nach der Krone zu stattfinden, wird man dieselben umso größer und in geringerer Anzahl treffen, je mehr der Schliff gegen die Wurzelspitze zu entnommen

wurde. — Die Gefäßwände sind im Verhältnis zu ihrer Breite ziemlich kräftig gebaut. Selbst an kleinen Arterien kann man noch eine Muskelschicht und Adventitia unterscheiden. Die Kapillargefäße bilden an der Oberfläche des engeren Pulpagewebes arkadenförmig gestaltete Anastomosen." — Von Lymphgefäßen scheint Weil nichts gefunden zu haben, denn er schreibt:

„Nur in einem Falle erblickte ich ein stärkeres Gefäß entlang dieser Corticalschicht verlaufend, das ich für eine Vene halte, wenn auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, daß es sich in diesem Falle um ein Lymphgefäß gehandelt haben mag."

Ueber die Lage der Nerven weiß Weil nur zu berichten, daß sich dieselben, ebenso wie die Gefäße nur auf die Pulpa im engeren Sinne beschränken. Die Wand einer Arterie wird von einem Nervenstämmchen halbmondförmig umfaßt, oder mit anderen Worten: Die Arterie ist in eine Furche der Nervenstämmchen eingelagert.

Eine ausführlichere Arbeit über die Innervation der Pulpa, deren Ergebnisse auch von der Wissenschaft der damaligen Zeit anerkannt wurden, schrieb Retzius 1892. Er untersuchte Zähne von Reptilien und Säugetieren und färbte sie nach der Golgimethode. Im Längsschnitt eines solchen Zahnes in Verbindung mit einem Blutgefäß fand er ein in der Pulpa aufsteigendes Bündel von Nervenfasern, welche sich im weiteren Verlauf durch die Pulpa in Seitenäste teilten.

v. Ebner konnte ebenfalls an einem größeren Material von Zähnen die Befunde früherer Autoren bestätigen und äußerst sich wie folgt:

„Die durch die Wurzelkanäle ein- und austretenden Arterien und Venen liegen mitten im Pulpagewebe und verästeln sich hauptsächlich in der Längsrichtung des Zahnes. Die Arterien haben eine deutlich entwickelte Ringmuskulatur, verlaufen teilweise mit den Nerven und sind oft in Furchen der Nervenstämmchen eingelagert."

Eine weitere interessante Arbeit ist die von Boedecker: Untersuchungen an der normalen Zahnpulpa. Nach ihm ist das Pulpagewebe mit Nerven- und Gefäßen reich ausgestattet, welche am Wurzelende durch eine oder mehrere Oeffnungen eintreten. Bei Betrachtung eines Längsschnittes durch die Pulpa bei schwacher Vergrößerung sieht man eine große Anzahl von markhaltigen Nervenfasern und Gefäßen, die vorwiegend aus Kapillaren, zum geringen Teile aus Arterien und Venen bestehen. Oft findet man in einer Pulpa nur eine winzig kleine Arterie, eine sog. Arteriole, umgeben von Bündeln von Nervenfasern.

Weitere Untersuchungen, die sich mit der Anatomie am Wurzelloch und der Versorgung der Pulpa befassen, wurden 1896 von Höhl veröffentlicht, der an Hand von Zahnschnitten die topographischen Verhältnisse der Lage der Gefäße und Nerven beschrieb. Er fand, „daß die durch den Wurzelkanal eintretende Arterie sich gewöhnlich nach ihrem Eintritt in mehrere Aeste teilt, die einander parallel unter Abgabe von meist unter rechtem Winkel abgehenden Seitenästchen, nach der Spitze der Pulpa verlaufen. In der Regel teilen sich die Seitenästchen unter Winkeln von

180° oder wenigstens sehr stumpfen Winkeln dichotomisch, und diese Zweige geben nun ihrerseits unter annähernd rechtem Winkel, Zweigchen ab. Aus den kapillären und vereinzelt auch schon aus den vorkapillären Gefäßen fließt das Blut in venöse analoge Kapillaren, die sich nach kurzem Verlauf in relativ weite Gefäße einsenken. Diese Venen führen ihr Blut den zentralen Hauptstämmen zu, die jeweilig in mehrfacher Anzahl als die Arterien durch den Wurzelkanal den Zahn verlassen. — Um noch mit einem Worte der Pulpanerven zu gedenken, so ist ihre Darstellung trotz aller Bemühungen auch von meiner Seite, bis heute noch nicht in befriedigender Weise gelungen."

In dem gleichen Jahre erschienen noch die Arbeiten von Morgenstern und Lepkowski. Morgenstern fand bei seinen Untersuchungen, daß sich Kapillargefäße zwischen die Odontoblasten einzwängen und an der Grenze des Dentins blind endigen. Erst bei stärkeren Vergrößerungen konnte Morgenstern die erwähnte Gefäßanordnung wahrnehmen. Des weiteren suchte Morgenstern die wichtigsten Methoden der bis dahin erschienenen Arbeiten über den feineren Verlauf der Nerven einer experimentellen Nachprüfung zu unterziehen. Er kommt zu dem Schluß, „daß man die Nerven der Zahnpulpa nach Lage und Verteilung in zentrale und parietale Nervenstämmchen zu gliedern habe."

Lepkowski berichtet bald darauf in seiner Arbeit über die Pulpa der fertig ausgebildeten Zähne, daß durch die Mitte der Pulpa eine Zahl von stärkeren Gefäßen verlaufen. Jedoch verschmälern sich dieselben gegen die Peripherie zu und gehen schließlich in Kapillaren über, welche unter der Dentinschicht ein feines Netz bilden. In allen Zähnen verringert sich die Anzahl der Gefäße. Die Arbeit Morgensterns wird fast von sämtlichen Forschern, wenn auch nicht in der Frage der Innervierung der Pulpa, abgelehnt und negiert. Ich komme darauf später noch zu sprechen.

Ein anderer Autor, der uns näheren Aufschluß über die Innervation der Pulpa gibt, ist Huber. Es treten nach ihm durch das Foramen apicale ein oder mehrere relativ große Nervenbündel ein, solch ein Bündel besteht aus mehreren Nervenfasern. Huber zählt 8—10, aber auch stärkere von 15—20 Fasern. In der fibrösen Gewebsmembran, die im unteren Teile der Pulpa sitzt und mit der peridentalen Membran in Verbindung steht, bilden diese kleinen Nervenbündel als das Resultat häufiger Teilung oder Verästelung einen Plexus markhaltiger Fasern.

Dependorf, der auf dem Gebiete der Nervenforschung im menschlichen Zahne zu den bedeutendsten Autoren zählt, und der auch die Methoden, die Morgenstern angegeben hat, untersuchte, berichtet darüber, daß ihn Morgensterns Methoden zum größten Teil im Stich gelassen hätten. Er wandte deshalb verschiedene Färbemethoden an und wies ganz neue Wege in der Forschung der Innervation der Zähne. In der Hauptsache bediente er sich der Golgi-, Löwit-, Bielschowski-, Cajal- und Held'schen Hämatoxylinmethoden. Auf Grund seiner Präparate gehen mehrere 5—6, auch mehr, derartig zusammengesetzte dicke Bündel durch

das Foramen apicale in die Pulpa, genau so, wie auch mehrere Gefäße dort Eingang finden. Bei mehrwurzeligen Zähnen treten in jede Wurzel mehrere derartig dicke Nervenstränge zugleich mit den Gefäßen in die Wurzelpulpen ein. Sie senden in ihrem Verlaufe durch die Pulpa dauernd seitliche, den Hauptstämmen vielfach gleichgerichtete Nebenäste ab. Die Nerven der Zahnpulpa zerfallen nach ihm in markhaltige und marklose Nerven. In der Pulpa selbst überwiegen die markhaltigen. Weiter unterscheidet Dependorf Stammnerven und Randnerven oder zentrale und periphere Nerven. — Die Gefäße sind im allgemeinen von Nerven begleitet. Doch treffen wir auch vereinzelte Fasern an, die mit den Gefäßen nicht in Berührung kommen. Die größeren Nervenbündel umgeben das Gefäß oder die Gefäße entweder schachtförmig oder sie verlaufen neben den Gefäßen her, d. h. sie begleiten die Gefäße und senden Ausläufer in die Gefäßwände ab. Die zentralen oder Stammnerven verlaufen wie die Gefäße im zentralen System einander parallel.

Nach der Ansicht Landsbergers „gehen die Gefäße der Zähne unmittelbar aus denen des Kiefers hervor. Die Blutversorgung der Zähne steht demnach mit der des Kiefers in unmittelbarem Zusammenhang. An den Zähnen z. B. ist die Eingangspforte für die Blutgefäße im Vergleich mit dem Durchmesser des Wurzelkanals und dem der Pulpakammer nur ganz winzig, sodaß bei selbst starker Strömung das Blut nur ganz allmählich in die Pulpa gelangen kann. In den Knochenkanälen ist jede Arterie von einem Nervennetz umgeben."

Sicher und Peter zweifeln die von Landsberger beobachteten Erscheinungen an und erwidern darauf in mehreren Schriften.

Im selben Jahre kommt Walkhoff zu der Anschauung, daß an der Spitze der Wurzel die Blutgefäße und Nerven in ziemlicher Anzahl in das Pulpagewebe eintreten. Die Arterien teilen sich sehr bald in feinere Zweige. — Im Verlaufe eng verbunden mit den Gefäßen sind die Pulpanerven. — Die größeren Blutgefäße sind teilweise, wie Weil nachgewiesen hat, in Furchen der Nervenstämmchen eingebettet.

Von anderen Autoren fassen Fischer und Landois ihre Ergebnisse in dem einen Satz zusammen:

> „Das Gefäßsystem der Zahnpulpa besteht meistens aus mehreren Arterien, Venen und reichlichen Kapillaren, der Reichtum an Gefäßen ist jedoch größeren Schwankungen unterworfen."

In seiner 1909 erschienenen großen systematischen Arbeit über die Gefäßversorgung der Pulpa hebt Schweizer die relativ sehr bedeutende Zahl der in die Wurzel eintretenden, bzw. dieselben verlassenden Gefäße schärfer, als dies bisher in der Literatur geschehen, hervor.

> „In Längsschnitten durch die Wurzel sehe ich im einzelnen der das Foramen apicale enthaltenden Schnitte, die im Foramen dicht zusammengedrängten Gefäße fächer- oder strahlenartig sich ausbreiten. In einem ca. 300 mü dicken Längsschnitt zähle ich etwa 16 solcher Stämmchen an einer einzelnen Molarwurzel. In einem Querschnitt, der die Wurzelspitze unmittelbar am Apex traf, zählte

ich bei einem unteren Caninus etwa 35 einzelne Blutgefäßquerschnitte. Selbst noch innerhalb des Wurzelloches, in dem Endabschnitt des Wurzelkanals, der nach dem Aufhören des Dentins nur noch im Zement verläuft, biegen bereits Gefäße, zum Teil in erheblicher Stärke, stumpf, aber auch rechtwinkelig von den Pulpagefäßen ab. Da die geschilderten Befunde in einer größeren Anzahl von Schnitten wiederkehren, deren Serien verschiedenen Objekten in verschiedenem Alter entstammen, so dürfte denselben wohl allgemeine Bedeutung zuzuerkennen sein."

Schweitzer war auch der Erste, der auf Grund seiner Versuchsergebnisse das Vorkommen von Lymphgefäßen in der Pulpa für erwiesen hält.

v. Ebner konnte 1922 ebenfalls an einem größeren Material von Zähnen feststellen, daß die Zahnpulpa den Hohlraum des Zahnes vollständig ausfüllt.

„Die Pulpa ist ein gefäß- und nervenreiches Bindegewebe von eigentümlichem Bau. Die durch die Wurzelkanäle ein- und austretenden Arterien und Venen liegen mitten im Pulpagewebe und verästeln sich hauptsächlich nach der Längsrichtung des Zahnes. Die Arterien haben eine deutlich entwickelte Ringmuskulatur und verlaufen teilweise mit den Nerven (Boedecker—Weil) und sind oft in Furchen der Nervenstämmchen eingelagert. Die Venen erscheinen im Querschnitte meistens als klaffende Lücken des Pulpagewebes."

Von Lymphgefäßen, erwähnt v. Ebner nur die Untersuchungen von Schweitzer, der wenige, relativ weite Gefäße im Wurzelteile der Pulpa, welche durch Zusammenfluß von Lymphröhren des Kronenteils entstehen und nach dem Durchtritt durch den Wurzelkanal mit den Blutgefäßen verlaufen und mit den Lymphgefäßen des Zahnfleisches verlaufen, fand. Die Nervenstämmchen steigen durch den Wurzelkanal gerade auf und senden sich bald in immer feiner werdende Bündel, deren man in der Wurzel eines Schneidezahnes bereits 30—40 zählen kann. Sie verlaufen mehr in der Mitte der Pulpa vereinzelt oder in Gruppen beisammen. Die Zahl der Nervenfasern eines Bündels schwankt zwischen 3 bis 20. Die Nervenfasern sind markhaltig.

Münch kommt an Hand seiner Versuche zu der Anschauung, daß der Verlauf der Nervenstämme sich streng an die Richtung der Gefäße hält. An quer getroffenen Gefäßen konnte er beobachten, daß deren Wände ebenfalls von Nervenfasern ringförmig umgeben sind, sodaß also die Gefäßwände selbst noch ein Nervenfasernnetz umspinnt. Die längs der großen Gefäße verlaufenden Hauptnervenstämme versorgen sowohl erstere, geben aber auch Zweige ab zu den kleinen Arterien und umspinnen dieselben. Wir finden also hier die Eigentümlichkeit, daß sensible Nerven —, als solche müssen wir die Nerven der Pulpa bezeichnen, — motorische Fasern abgeben, welche durch ihr netzartiges Umschließen der Arterien zweifellos eine vasokonstriktorische Tätigkeit ausüben. Die Hauptnervenstämme der Pulpa ziehen in axialer Richtung vom Foramen

apicale kronenwärts und geben in radiärer Richtung zahlreiche Seitenäste ab.

In seinem Lehrbuch schreibt Port—Euler, „die Pulpa besitzt einen großen Reichtum an Gefäßen und Nerven. Ein Gefäß zieht mindestens zu jeder Wurzel, ein bis mehrere rami dentales zum Foramen apicale. Meist liegen sie in Furchen von Nervenbündeln eingebettet oder sind von letzteren vollständig umschlossen. — Die Nerven treten in Form von ziemlich kräftigen Bündeln zusammen mit den Arterien in die Foramina apicalia ein, um sich dann speziell in der Kronenpulpa zu einem reich verästelten Baume auszubreiten."

Nach Meyer zieht nur eine Arterie hinein und eine Vene heraus. In den meisten Fällen jedenfalls findet man nur je ein arterielles und ein venöses Gefäß im Foramen apicale. Kurz oberhalb des Foramen aber gibt die Arterie schon kleine Seitenzweige ab und nimmt die Vene noch Seitenzweige auf, sodaß man schon mehrere Gefäßschnitte bei Querschnittspräparaten des Wurzelkanals sieht. Die den Zahn versorgenden Gefäße, die Arteria und Vena dentis, sind zu den kleinsten ihrer Art zu rechnen. Diese kapillarnahen Gefäße sind relativ dünnwandig, die Venen natürlich dünnwandiger als die Arterien. Letztere sind erkenntlich an den zwei- bis dreischichtigen Muskelringen der Media und an einer deutlich ausgeprägten Externa (Adventitia) die nicht allein eine longitudinale, sondern auch eine deutlich zirkuläre Anordnung bis weit in die Nachbarschaft aufweist." Den Venen der Pulpa, die sehr dünnwandig sind, fehlt gegenüber den Arterien zunächst die geschlossene, stark in Erscheinung tretende Muskularis. Oftmals kann man das einziehende Gefäß direkt in das dicke Nervenbündel eingelagert finden.

Zwei weitere Autoren, die noch kurz der Erwähnung bedürfen, sind Calderon und Obligio. Ersterer folgert aus seinen Untersuchungen, daß die Nerven der Zahnpulpa die Blutgefäße in ihrem Verlauf durch die Pulpa begleiten. Meistens liegen sie in derselben Bindegewebshülle wie die Gefäße. Die großen Nervenstränge sind markhaltig, die kleinen Fasern sind marklos. Obligio faßt seine Befunde wie folgt zusammen:

> „Die Gefäße werden von Nerven begleitet. Die Nerven laufen dabei den Gefäßen parallel, oder umfassen sie netzartig. Die axial den Wurzelkanal durchziehenden Nervbündel bestehen aus echten Myelinfasern."

Die beiden letzten Autoren, die uns eingehend über die Anzahl und Lage der in die Pulpa einführenden Blutgefäße und Nerven berichten, sind Faber und Münch. Im wesentlichen kann Faber die Angaben früherer Autoren bestätigen, und in der Erforschung der Nerven in der Pulpa des menschlichen Zahnes schließt er sich der Auffassung Münchs an, der seine Untersuchungen an einem sehr großen Zahnmaterial durchführte und dieselben mit einer großen Anzahl photographischer Abbildungen belegt. Münch schreibt dazu folgendes:

„Alle größeren Blutgefäße und auch der größte Teil ihrer kleinen Abzweigungen sind auch von größeren und kleineren Nervenstämmchen und Fasern begleitet. Schon bei ihrem Eintritt in das Foramen apicale sind die großen Arterien entweder völlig, wie in einem Mantel, in ein Nervenbündel eingehüllt, oder die Nervenfasern umhüllen das Gefäß zu etwa ¾ oder zur Hälfte ihrer Oberfläche. Besonders schön kommt diese Erscheinung an Querschnitten in der Gegend der Wurzelspitze zur Geltung. Auch die weiter pulpawärts von den großen Gefäßen abgehenden Verzweigungen zeigen dieselben Verhältnisse."

Eigene Untersuchungen.

Um bei meinen Versuchen ein möglichst genaues Ergebnis zu erzielen, habe ich für meine Untersuchungen eine Reihe von Zähnen in Serienschnitten zerlegt und einer eingehenden histologischen Prüfung unterzogen. Sämtliche Präparate waren Querschnitte durch die Wurzeln der Zähne am Foramen apicale. Zur Untersuchung kamen sowohl einals auch mehrwurzelige Zähne des Ober- und Unterkiefers und zwar Zähne mit vollkommen gesunder Pulpa. Was die Anzahl der Blutgefäße und Nerven betrifft, so darf ich mit Türkheim wohl annehmen, was sich an 10 Zähnen findet, wird sich auch an 100 nachweisen lassen und wenn man auch den Zufall als eine naturwissenschaftliche Tatsache betrachtet, ist es doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, daß gerade die Präparate, die aus einer sehr großen Anzahl von Schnitten wahllos herausgegriffen sind, die Ausnahme darstellen sollen.

Die zu untersuchenden Zähne wurden nach ihrer Entfernung in Formalin gehärtet und 4 Wochen darin belassen. Hierauf wurden sie in zehnprozentiger Salpetersäure zur Entkalkung gebracht. Nach etwa 4—6 Wochen waren die Zähne vollkommen entkalkt und konnten geschnitten werden. Ich konnte dabei die Wahrnehmung machen, daß bei den Zähnen mit der längsten Formalinhärtung die besten Präparate zu erzielen waren. Von jedem Zahn wurden etwa 30 Schnitte in einer Dicke von 15 bis 20 mü hergestellt und in reines Wasser gebracht. Gefärbt wurden die Schnitte nach der Hämatoxylin — einerseits und nach einer von Münch angegebenen kombinierten Osmium-Tannin-Methode andererseits. Die letztgenannte Methode eignet sich, wie wohl kaum eine andere Färbung zur Darstellung der markhaltigen Nervenfasern und zwar färben sich die Fasern dunkelblau bis schwarz.

Bei schwacher Vergrößerung schon konnte ich im Mikroskop an sämtlichen untersuchten Zähnen feststellen, daß bei jedem Zahn durch das Foramen apicale mindestens ein — meistens sind es mehrere Gefäße, in die Pulpa eintreten. Während die Arterie immer zentral durch das Foramen apicale zieht, liegt die Vene mehr peripher. Gleich nach ihrem Durchtritt durch das Wurzelloch gibt die Arterie kleine Seitenäste ab. Die Zahl der quer getroffenen Gefäße wurde umso größer, je mehr Schnitte ich kronenwärts anfertigte. Dabei konnte ich bis zu 30 und noch mehr Gefäße, in einem Präparat sogar bis zu 70 feststellen und dabei

die Beobachtung machen, daß die Arterien in ihrem weiteren Verlauf in der Pulpa nicht immer zentral liegen, sondern daß ihre Lage eine unregelmäßige wird. Die Venen dagegen liegen immer etwas peripher, aber auch unregelmäßig angeordnet. An Hand von Abb. 1 wird dieser Befund gut beleuchtet. Dieselbe zeigt einen Querschnitt durch die Wurzel eines oberen Prämolaren, etwas oberhalb des Foramen apicale.

Abb. 2 zeigt einen Querschnitt direkt durch das Foramen apicale. Wir erkennen in diesem Präparat ganz deutlich eine ziemlich große Arterie, umgeben von kleineren Arterien und Venen, deren Zählung im Mikroskop das Vorhandensein von 7 Arterien und 6 Venen ergab. Diese Anzahl ist aber nicht konstant, sondern bei den einzelnen Zähnen recht verschieden. Ich stimme hier in meinen Untersuchungen vollkommen mit Münch überein, wenn er schreibt, „die Angaben der Autoren über die Zahl der in das Foramen apicale eintretenden Gefäße und Nerven sind nicht einheitlich. Das ist verständlich, weil ihre Zahl bei den einzelnen Zähnen keine konstante ist, sie variiert sogar bei den Zähnen derselben Gattung." Jedenfalls findet man immer mindestens je ein — in der größeren Anzahl der Präparate sind es mehrere — zu- und abführendes Gefäß.

In Abb. 3 sehen wir ganz schön eine ziemlich große Vene, sowie 4 kleinere Arterien, wovon die beiden auf dem Bilde mehr peripher gelegenen Arterien nicht so deutlich zu erkennen sind.

An einigen Wurzelquerschnitten konnte ich mehrere Foramina apicalia feststellen, was aus Abb. 4 sehr gut zu ersehen ist. Damit dürfte wohl auch ausreichend bewiesen sein, daß mehrere Gefäße in die Pulpa eintreten, da man annehmen muß, und ich konnte dies auch mikroskopisch feststellen, daß mindestens ein Gefäß durch jedes dieser Wurzellöcher zieht. Interessant hierüber sind schon die Feststellungen Fischers, der auf Grund seiner Untersuchungen den Satz prägte: „Das Pulpagewebe besitzt an Foramen apicale, etwas vor dem eigentlichen Wurzelende, die ausgesprochene Tendenz, sich büschelartig aufzulösen, allerdings unter Einhaltung eines mehr zentral gelegenen Hauptganges. Ungefähr 90% aller menschlichen Zähne besitzen im ausgewachsenen Zustande kein geräumiges, regelmäßig geformtes Wurzelloch."

Feiler zweifelte die von Fischer beobachteten Wurzellöcher an und lieferte seiner Ansicht nach den untrüglichen Beweis, daß es sich bei den von Fischer für zahlreiche Foramina apicalia gehaltenen Löcher um Kunstprodukte handelte, die durch die vorhergehende Mazeration des Zahnes hervorgerufen sind.

Was das Verhältnis der Nervenstämme zu den Blutgefäßen anlangt, so ist zu sagen, daß die Nerven beim Eintritt in den Zahn immer an die Gefäße gebunden sind. An meinen Präparaten konnte ich die Feststellung machen, daß in vielen Fällen die Arterien halbkreisförmig, in anderen Fällen sogar vollständig von den Nervenstämmen umschlossen sind. Ueber die Anzahl der in das Foramen apicale eintretenden Nervenbündel gehen die Ansichten der einzelnen Autoren ebenfalls

auseinander. Einige geben 5 bis 6 an, nach meinen Untersuchungen liegt die Zahl doch etwas höher und schwankt außerordentlich. Die Nervenstämme laufen in allen Fällen parallel zu den Gefäßen und haben zweifelsohne vasokonstriktorischen Charakter. Wenn Münch schreibt, daß er „im gefäßlosen übrigen Gewebe der Pulpa Nerven in der Gegend ihres Eintrittes am Foramen apicale nirgends finden konnte, ein Umstand, der den Schluß rechtfertigt, daß in den Nervenstämmen bei ihrem Eintritt vasokonstriktorische und sensible Teile gemeinsam verlaufen", so stimme ich auch hierin vollkommen mit ihm überein.

Am Schluß meiner Arbeit obliegt mir die angenehme Pflicht, meinem hochgeehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. J. Münch, für die Ueberlassung des interessanten Themas und die wertvollen Anregungen, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Würzburg, im Dezember 1937.

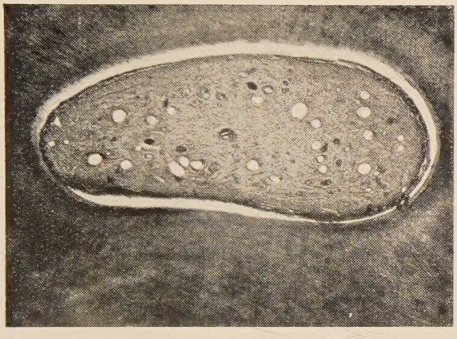

Abb. 1

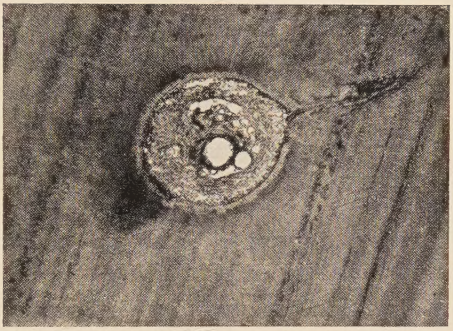

Abb. 2

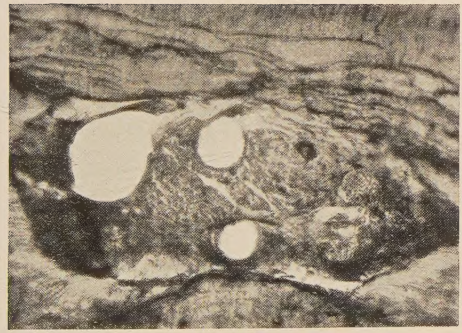

Abb. 3

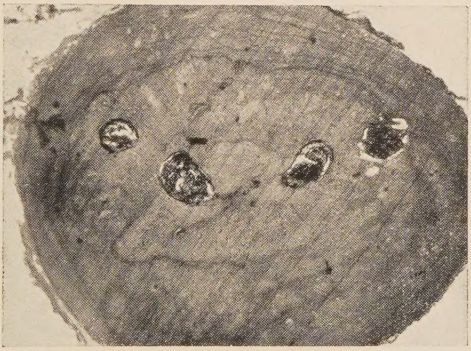

Abb. 4

Lebenslauf.

Am 17. Februar 1909 wurde ich zu Weiden als Sohn des jetzigen Reichsbahn-Ob.-Sekr. Max Beimler und seiner Ehefrau Babette, geb. Meisel, geboren. Von Ostern 1915 bis 1919 besuchte ich die Volksschule, worauf ich an der Realschule zu Weiden aufgenommen wurde. Nachdem ich am 15. März 1928 an der Luitpold-Kreisoberrealschule zu München die Reifeprüfung bestanden hatte, immatrikulierte ich mich im SS. 1928 an der Universität Königsberg, um mich hier dem Studium der Rechtswissenschaft zu widmen. Im Jahre 1934 wandte ich mich dem Studium der Zahnheilkunde zu und bestand meine zahnärztliche Vorprüfung im Sommer 1935. Im Frühjahr 1937 unterzog ich mich vor dem zahnärztlichen Prüfungsausschuß der Universität Würzburg der zahnärztlichen Staatsprüfung und erhielt am 14. Mai 1937 die Approbation. Seit Anfang Juni 1937 bin ich als Volontär-Assistent an der konservierenden Abteilung des Zahnärztlichen Universitäts-Instituts Würzburg tätig.